

UDC 639.211.3/3.043: 637.56.04/07

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.29>

BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF RAINBOW TROUT FLESH LIPIDS DEPENDING ON ENERGY LEVELS IN FEEDS

Kondratyuk V.M. – PhD in Agriculture, Associate Professor,
Associate Professor at P.D. Pshenychnyi Department of Animal Feeding
and Feed Technology,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The article studies the influence of using the complete feed with different levels of metabolic energy on the biological effectiveness indices of rainbow trout flesh lipids. The purpose of the experiment was to establish the effect of different energy nutrition levels in commercial rainbow trout on the fatty acid composition of flesh lipids and their biological effectiveness. For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues. The experiment lasted 210 days and was divided into two periods: equalization (10 days) and basic (200 days). During the equalization period, the experimental fish consumed feed of the control group. In the main period, the energy level in experimental feeds for different experimental groups of trout ranged from 16 to 20 MJ per 1 kg.

Rainbow trout were fed 4–6 times a day during the study period, at regular intervals during the daytime. The required amount of feed was calculated according to the indices of individual fish weight and ambient temperature at the time of feeding. Commercial second summer fish were grown in ponds with the area of 100 m² at the fish-holding density of 50 specimens/m² and the water level of 1 m. The total number of trout in experimental studies was 25 thousand specimens.

It has been found that feeding fish with complete feed with the metabolic energy content of 16 and 17 MJ/kg helps to reduce the crude fat content in flesh compared to trout that consumed higher energy feed. The study results confirm the presence of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in the lipid composition of rainbow trout flesh: monounsaturated fatty acids are dominated by ω 9 elaidic and palmitoleic; polyunsaturated – by linoleic ω 6 and linolenic ω 3 acids.

The analysis of the obtained results showed that in the lipids of rainbow trout flesh, which consumed food with a metabolic energy content of 20 MJ/kg, the value of linolenic acid is higher; compared to fish that received food with the energy content of 18 MJ/kg, indicating increased biological effectiveness of lipids.

Key words: rainbow trout, fish feeding, compound feeds, metabolic energy, flesh, lipids, fatty acid composition.

Кондратюк В.М. Біологічна ефективність ліпідів м'яса райдужної форелі залежно від рівнів енергії в комбікормах

У статті досліджено вплив використання повнораціонних комбікормів з різним рівнем обмінної енергії на показники біологічної ефективності ліпідів м'яса райдужної форелі. Метою дослідження передбачалося встановити вплив різних рівнів енергетичного живлення товарної райдужної форелі на жирнокислотний склад ліпідів м'яса та їх біологічну ефективність. Для цього за методом аналогів було сформовано п'ять піддослідних груп. Дослід тривав 210 діб та поділявся на два періоди: зрівняльний (10 діб) та основний (200 діб). У зрівняльний період піддослідна риба споживала комбікорм контрольної групи. В основний період рівень енергії в експериментальних комбікормах для різних піддослідних груп форелі коливався від 16 до 20 МДж у 1 кг. Годівлю райдужної форелі в період досліджень проводили 4–6 разів на добу, в денний час через рівні проміжки. Необхідну кількість корму розраховували відповідно до показників індивідуальної маси риб та температури середовища на момент годівлі. Вирощування товарних дволітків проводили у ставах площею 100 м² за щільності посадки 50 екз./м² та рівня води в них 1 м. Загальна кількість особин форелі в експериментальних дослідженнях становила 25 тис. екз.

Встановлено, що згодовування рибі повнораціонних комбікормів із вмістом обмінної енергії на рівні 16 та 17 МДж/кг сприяє зниженню вмісту сирового жиру у м'ясі порівняно з фореллю, яка споживала корми із вищим вмістом енергії. Результати досліджень підтверджують наявність насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот

у складі ліпідів м'яса райдужної форелі: із мононенасичених жирних кислот переважають $\omega 9$ елаїдинова та пальмітоолеїнова; поліненасичених – ліолева $\omega 6$ і ліноленова $\omega 3$. Аналіз одержаних результатів показав, що в ліпідах м'яса райдужної форелі, яка споживала корм із вмістом обмінної енергії на рівні 20 МДж/кг, значення ліноленової кислоти є більшим порівняно з рибами, які отримували корм із вмістом енергії на рівні 18 МДж/кг, що вказує на підвищену біологічну ефективність ліпідів.

Ключові слова: райдужна форель, годівля риб, комбікорми, обмінна енергія, м'ясо, ліпіди, жирнокислотний склад.

Rationale and analysis of recent research and publications. The nutritional value of fish flesh is not limited to the biological value and nutritional value of protein, but it is also determined by the amount of fat and the ratio of certain fatty acids. Fish flesh lipids, in contrast to farm animal meat lipids, are rich in essential fatty acids: linoleic, linolenic and arachidonic.

Fish lipids are one of the main labile components that influence the nutritional and biological value of fish products. An important distinguishing feature of fish oil is the predominance of unsaturated fatty acids (up to 84 %), including fatty acids.

The study on the biological value of rainbow trout flesh lipids the scientific works of domestic and foreign scientists are devoted to: Yegorova BV, Faritova TA, Sherman IM, Grinzhevskiy M. V., Shcherbina MA, Kim J.D. and others [1–5].

However, there are no conceptual developments to study the biological effectiveness of rainbow trout flesh lipids depending on the energy levels in feed.

Thus, the study of the impact of different commercial rainbow trout energy nutrition on the indices of its flesh biological effectiveness under the modern industrial conditions of cold-water fish farms in Ukraine is necessary and has great economic importance.

Materials and methods of the study. Experimental studies on second summer rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) were performed at the “Shipot” farm, Perechyn district of Transcarpathian region.

The purpose of the research and economic experiment was to establish the influence of different energy nutritional levels in commercial rainbow trout on the biological effectiveness of their flesh lipids and their fatty acid composition.

For this purpose, five experimental groups were formed by the method of analogues (table 1). During the equalization period of the experiment, which lasted 10 days, the experimental fish consumed the feed of the control group. In the main period of the experiment (200 days) the level of metabolic energy in the feed of experimental groups' trouts was regulated by changing the individual components of the feed (using combined mathematical methods to optimize the calculation using the Agro Soft Win Opti software).

Table 1

Design of scientific and economic experiment

Group	Fish-holding density at the start of the experiment, specimens/m ²	Mean weight at the start of the experiment, g	Experimental periods	
			equalization (10 days)	main (200 days)
			metabolic energy content per 1 kg of feed, MJ	
1– control	50	50.2±1.72	18.0	18.0
2– experimental	50	50.7±2.41		16.0
3– experimental	50	50.5±3.14		17.0
4– experimental	50	50.9±1.53		19.0
5– experimental	50	50.3±2.83		20.0

Nutritional value of experimental production feeds is shown in table 2. Rainbow trouts were fed 4–6 times a day during the study period, at regular intervals during the day. The required amount of feed was calculated according to the indices of individual fish weight and ambient temperature at the time of feeding.

Table 2

Content per 1 kg of compound feed, %

Index	Group				
	1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Metabolic energy, MJ	18.00	16.00	17.00	19.00	20.00
Crude protein	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
Crude fat	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Crude fiber	2.50	2.72	2.40	2.56	2.44
Calcium	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Total phosphorus	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Lysin	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Methionine	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Vitamin A, th. IU	10	10	10	10	10
Vitamin D ₃ , th. IU	3	3	3	3	3
Vitamin E, mg	200	200	200	200	200

Commercial second summer trouts were grown in ponds with the area of 100 m² at the fish-holding density of 50 specimens/m² and the water level of 1 m. The total number of trouts in experimental studies was 25 thousand specimens. Conditions for keeping experimental fish met the regulatory requirements in salmon farming [6; 7].

The mass fraction of lipids was determined by the Soxhlet method in compliance with DSTU 8717: 2017, which means that the fat is weighed after its extraction with a solvent from a dry quantity of substance in the Soxhlet apparatus, based on determining the change in sample weight after solvent extraction of fat [8].

The content of fatty acids was determined by chromatographic method with the “Kupol 55” chromatograph. Identification of peaks in the chromatogram was performed by the method of calculating the “carbon number value”, as well as by using chemically pure, standard solutions, methyl esters of fatty acids. The calculation of individual fatty acids content based on the results of gas chromatographic analysis – chromatograms – was performed according to a formula that includes correction factors for each of them. The correction factors were found as the ratio of the peak areas (including peak heights) of heptadecanoic (internal standard) and the tested acids at the concentration of 1: 1 and with the isothermal gas-liquid chromatograph mode of operation.

Mass fraction of polyunsaturated fatty acids (PUFA) was determined by chromatographic method using the HRGC 5300 chromatograph [9]; lipid extraction – by the methods of Folch and Blay-Dyer [10]; lipid effectiveness coefficient – by calculation method [11]; the coefficient of lipid biological significance (LBS) was calculated as the ratio of the eicosapentaenoic and docosahexaenoic PUFA sum to the mass fat fraction in the product [9].

The study results were processed by the method of variation statistics by means of the STATISTICA 7.0. and MS Excel software using built-in statistical functions [12].

Results of the study and their discussion. Studies have shown that under the influence of different metabolic energy levels in feed for rainbow trout, the fatty acid composition of its flesh is marked by changes (table 3).

Essential polyunsaturated fatty acids (PUFAs) play an important role in human and animal life. These include precursors of more unsaturated fatty acids: linoleic acid (C 18:2) of the ω_6 family and linolenic acid (C 18:3) of the ω_3 family. Prolonged absence of linoleic acid in the diet of animals under experimental conditions led to their death, and the absence of linolenic acid – to a number of metabolic disorders [13; 14]. Polyunsaturated fatty acids are necessary for construction of cells in various tissues, regulation of lipid metabolism and normal development of the body, as well as to determine the elasticity of the blood vessel walls. Therefore, their lack in the human body can lead to serious disorders [15; 16].

The fatty acid composition of rainbow trout flesh lipids is characterized by the presence of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids.

Among the monounsaturated fatty acids in rainbow trout flesh, ω_9 elaidic acid and palmitoleic acid predominate in both control and experimental groups.

Table 3

Fatty acid lipid composition of rainbow trout flesh, n=5

Fatty acids	FA code	Groups				
		1-st	2-nd	3-rd	4-th	5-th
Saturated (SAFA)		36.28	37.11	37.66	41.47	45.06
myristic	14:0	1.67± 0.06	1.60± 0.03	1.52± 0.06	1.78± 0.09	1.92± 0.06*
palmitic	16:0	24.09± 1.19	23.9± 2.13	23.7± 2.44	25.9± 2.56	27.5± 0.84*
stearic	18:0	10.08± 0.63	11.1± 0.96	11.9± 1.14	13.2± 0.66**	15.03± 1.67*
arachic	20:0	0.44± 0.01	0.51± 0.03	0.54± 0.06	0.59± 0.05*	0.61± 0.02***
Monounsaturated (MUFA)		19.8	19.77	20.12	20.76	23.06
palmitoleic	16:1	3.58± 0.09	3.52± 0.09	3.59± 0.09	3.84± 0.06*	3.72± 0.21
ω_9 oleic	18:1	2.23± 0.08	2.15± 0.11	2.09± 0.44	2.42± 0.52	2.84± 0.87
ω_9 elaidic	18:1	13.01± 0.54	13.0± 2.06	13.24± 1.69	13.10± 2.31	14.5± 0.32**
gadoleic	20:1	0.98± 0.02	1.1± 0.04	1.2± 0.03	1.4± 0.04*	2.0± 0.09***
Polyunsaturated (PUFA)		12.49	12.35	12.69	13.92	16.25
linoleic ω_3	18:2	9.92± 0.47	9.8± 1.32	9.91± 1.16	10.3± 1.32	11.8± 0.54*
linolenic ω_6	18:3	1.88± 0.09	1.84± 0.06	2.23± 0.09*	2.84± 0.11***	3.15± 0.21***
eicosadienoic	20:2	0.69± 0.05	0.71± 0.08	0.55± 0.02*	0.78± 0.04	1.3± 0.16**
Not identified		31.43	30.77	29.53	23.05	15.63

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$ compared to group 1

Among the polyunsaturated fatty acids, linoleic $\omega 6$ and linolenic $\omega 3$ predominate in fish flesh lipids. According to the study results, in lipids of rainbow trout flesh in experimental group 5, which were fed compound feed with high metabolic energy content – 20 MJ/1 kg, the content of linolenic acid was significantly higher than in the control group, indicating higher biological effectiveness of lipids.

Indices of lipid effectiveness in rainbow trout flesh are shown in table 4.

Table 4

Indices of rainbow trout flesh lipids' biological effectiveness, n=5

Group	Ratio of FA types			
	UFA:MUFA:PUFA	PUFA:UFA	C 18:2:C18:1	$\omega_6 : \omega_3$
Perfect lipid	1:1:1	0.2:0.4	>0.25	10:1
1-st	1:0.55:0.34	0.34:1	1:0.22	1:5.28
2-nd	1:0.53:0.33	0.33:1	1:0.22	1:5.33
3-rd	1:0.53:0.34	0.34:1	1:0.21	1:4.44
4-th	1:0.50:0.34	0.34:1	1:0.23	1:3.63
5-th	1:0.51:0.36	0.36:1	1:0.24	1:3.75

The ratio of individual lipids classes does not meet the recommendations proposed by nutritionists. However, the C18:2:C18:3 fatty acid ratios are consistent with the literature data and indicate the high biological effectiveness of rainbow trout flesh lipids. Of great interest is the ratio of these fatty acids in flesh, which is dominated by particularly valuable fatty acids $\omega 3$.

Conclusions. As a result of the performed studies the influence of different energy nutrition levels of commercial rainbow trout on the fatty acid composition of flesh lipids and their biological effectiveness was revealed.

It was found that feeding fish complete feed with the metabolic energy content of 16 MJ/kg (group 2) and 17 MJ/kg (group 3) helps to reduce the content of crude fat in flesh compared to trout which consumed feed with higher energy content.

The study results confirm the presence of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in the lipid composition of rainbow trout flesh: monounsaturated fatty acids are dominated by $\omega 9$ elaidic and palmitoleic; polyunsaturated – by linoleic $\omega 6$ and linolenic $\omega 3$.

The analysis of the obtained results showed that in the lipids of rainbow trout flesh, which consumed feed with the metabolic energy content of 20 MJ/kg, the value of linolenic acid is higher, compared to fish that received feed with the energy content of 18 MJ/kg, indicating increased biological effectiveness of lipids.

REFERENCES:

1. Єгоров Б.В., Фігурська Л.В. Порівняльний аналіз поживної цінності комбікормів для форелі. *Зернові продукти і комбікорми*. № 3 (43). 2011. С. 38–43.
2. Фаритов Т.А. Кормление рыб : учебное пособие / за ред. В.Г. Данеленко. Санкт-Петербург : Лань, 2016. 352 с.
3. Наукове обґрунтування раціональної годівлі риби: довідково-навчальний посібник / І.М. Шерман та інші. Київ : Вища освіта, 2002. 126 с.
4. Щербина М.А., Тамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Москва : ВНИРО, 2006. 360 с.
5. Kim J.D., Kaushik S.J. Contribution of digestible energy from carbohydrates and estimation of protein/energy requirements for growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1992. № 106 (2). P. 161–169.

6. Канидъев А.Н. Инструкция по разведению радужной форели. Москва: ВНИИПРХ, 1985. 59 с.
7. СОУ – 05.01.-37-385:2006. Вода рыбохозяйственных предприятий. Загальні вимоги та норми. Київ: Міністерство аграрної політики України. 2006. 15 с.
8. ДСТУ 8717:2017. Рыба та рыбні продукти. Методи визначення жиру. [Чинний від 2019-01-01.2019]. Київ, 2017. 26 с. (Інформація та документація).
9. Методические рекомендации и указания по газовой хроматографии жирных кислот / уряд. Л.С. Байдалинова, В.С. Кривич, Л.П. Бахолдина. Калининград, 1977. 33 с.
10. Blight E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 1959. № 37. P. 911–917.
11. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи. Москва : КолосС, 2007. 853 с.
12. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Москва : Колос, 1969. 246 с.
13. Cowey C.B. Nutrition: estimating requirements of rainbow trout. *Aquaculture*. 1992. № 100. P. 177–189.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. 2016. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 224 p.
15. Jobling M. Fish nutrition research: Past, present and future. *Aquaculture International*. 2016. № 24. P. 767–786.
16. Karabulut H.A., Yandi I., Aras N.M. Effects of different feed and temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9(22). P. 2818–2823.

УДК 636.4.082

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.30>

ВПЛИВ COVID-19 НА ГАЛУЗЬ СВИНАРСТВА УКРАЇНИ

Леєченко М.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій переробки

та зберігання сільськогосподарської продукції,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Ушакова С.В. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри технологій переробки

та зберігання сільськогосподарської продукції,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті розкрито кризу, спричинену поширенням COVID-19, яка вплинула на галузь свинарства України. Агрохолдинги, які працюють у секторі тваринництва, зазнають великих змін у своїй діяльності. Кількість поголів'я свиней знижується через зменшення попиту з боку м'ясопереробних компаній, які «страждають» через дефіцит робочої сили та проблеми з доступом до ринків України.

Проаналізовано динаміку поголів'я свиней. Розглянута структура поголів'я свиней за категоріями господарств в Україні станом на 2020 р. Описано причини зменшення споживання населенням м'яса і м'ясних продуктів, що досягло критичної межі продовольчої безпеки держави.
